

2500.66054

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re U.S. Patent Application)

Applicant: Takeaki Shimanouchi)

Serial No.)

Filed: December 11, 2001)

For: ELECTROSTATIC)
ACTUATOR AND METHOD)
OF MAKING SAME)

Art Unit:)

I hereby certify that this paper is being deposited with
the United States Postal Service as FIRST-CLASS mail
in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for
Patents, Washington, D.C. 20231, on this date.

12-11-01
Date

F-CLASS.WCM

Appr. February 20, 1998

Don Havan
Registration No. _____

Attorney for Applicant

[Signature]

J1040 U.S. PTO
10/014992
12/11/01

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

Applicant claims foreign priority benefits under 35 U.S.C. § 119 on the
basis of the foreign application identified below:

Japanese Patent Application No. 2001-200668, filed July 2, 2001.

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By *[Signature]*

Patrick G. Burns

Registration No. 29,367

December 11, 2001
300 South Wacker Drive
Suite 2500
Chicago, IL 60606
(312) 360-0080

Customer Number: 24978
F:\DATA\WP60\2500\66054\PRIORITY

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2001年 7月 2日

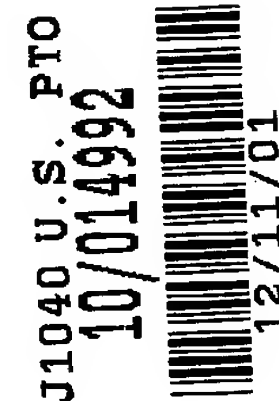
出願番号
Application Number:

特願2001-200668

出願人
Applicant(s):

富士通株式会社

Handwritten signature



2001年10月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造

出証番号 出証特2001-3089868

特 2001-200668

【書類名】 特許願
【整理番号】 0140656
【提出日】 平成13年 7月 2日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H02N 1/00
【発明の名称】 静電アクチュエータおよびその製造方法
【請求項の数】 9
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内
【氏名】 島内 岳明
【特許出願人】
【識別番号】 000005223
【氏名又は名称】 富士通株式会社
【代理人】
【識別番号】 100105094
【弁理士】
【氏名又は名称】 山▲崎▼ 薫
【電話番号】 03-5226-0508
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 049618
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9803088
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 静電アクチュエータおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基準平面上で変位可能に配置され、相互に向き合う第 1 および第 2 対向面を規定する可動電極と、可動電極の第 1 対向面に向き合う第 1 固定電極壁と、可動電極の第 2 対向面に向き合う第 2 固定電極壁と、第 1 および第 2 固定電極壁を相互に連結する絶縁性の固体片とを備えることを特徴とする静電アクチュエータ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の静電アクチュエータにおいて、前記固体片は、酸化シリコン、窒化シリコン、アルミナ、ガラスおよび樹脂のいずれかから構成されることを特徴とする静電アクチュエータ。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の静電アクチュエータにおいて、前記第 1 および第 2 固定電極壁は互いに平行に延びることを特徴とする静電アクチュエータ。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の静電アクチュエータにおいて、前記可動電極は、第 1 および第 2 固定電極壁を囲む枠形の可動部材として構成されることを特徴とする静電アクチュエータ。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の静電アクチュエータにおいて、前記第 1 および第 2 固定電極壁の少なくともいずれか一方は前記基準平面から立ち上がることを特徴とする静電アクチュエータ。

【請求項 6】 請求項 1 に記載の静電アクチュエータにおいて、前記第 1 および第 2 固定電極壁の少なくともいずれか一方は絶縁層で前記基準平面に固着されることを特徴とする静電アクチュエータ。

【請求項 7】 ベース基板およびアクチュエータ用基板の間に絶縁膜を挟み込みつつベース基板上にアクチュエータ用基板を張り合わせる工程と、アクチュエータ用基板に空隙を形成し、絶縁膜の表面を露出させる工程と、形成された空隙に絶縁材料を充填する工程と、アクチュエータ用基板から、絶縁材料で隔てられる 1 対の固定電極を削り出す工程とを備えることを特徴とする静電アクチュエータの製造方法。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の静電アクチュエータの製造方法において、前記固定電極の削り出しにあたってアクチュエータ用基板から可動電極を削り出す工程と、可動電極およびベース基板の間で絶縁膜を除去する工程とをさらに備えることを特徴とする静電アクチュエータの製造方法。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の静電アクチュエータの製造方法において、前記絶縁膜の除去にあたって、前記固定電極およびベース基板の間で絶縁膜を残存させることを特徴とする静電アクチュエータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、いわゆるマイクロマシンの駆動源として期待される静電アクチュエータに関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、静電アクチュエータは、固定電極と、この固定電極から空気層で隔てられる可動電極とを備える。例えば固定電極に微小な電流が供給されると、固定電極と可動電極との間には静電引力が生成される。こういった静電引力の働きで可動電極は固定電極に引き寄せられる。こうして可動電極の移動は引き起こされる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

固定電極と可動電極との組み合わせすなわち電極対が増加すればするほど、静電アクチュエータで生成される駆動力は増大する。その一方で、電極対の増加は静電アクチュエータの占有空間を増大させる。静電アクチュエータでは、限られた空間にできる限り多くの電極対が配置されることが望まれる。

【0004】

本発明は、上記実状に鑑みてなされたもので、限られた空間内でできる限り大きな駆動力を生成することができる静電アクチュエータを提供することを目的とする。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明によれば、基準平面上で変位可能に配置され、相互に向き合う第1および第2対向面を規定する可動電極と、可動電極の第1対向面に向き合う第1固定電極壁と、可動電極の第2対向面に向き合う第2固定電極壁と、第1および第2固定電極壁を相互に連結する絶縁性の固体片とを備えることを特徴とする静電アクチュエータが提供される。

【 0 0 0 6 】

こういった静電アクチュエータでは、第1固定電極壁に電流が供給されると、可動電極の第1対向面と第1固定電極壁との間に静電引力は生成される。可動電極は第1固定電極壁に引き寄せられる。その一方で、第2固定電極壁に電流が供給されると、可動電極の第2対向面と第2固定電極壁との間に静電引力は生成される。その結果、可動電極は第2固定電極壁に引き寄せられる。こうして可動電極の移動は実現される。

【 0 0 0 7 】

しかも、この静電アクチュエータでは、第1および第2固定電極壁の間で電氣的隔絶が確立されるにもかかわらず、両者の間では構造的すなわち物理的な連結が確立されることができ。第1固定電極壁や第2固定電極壁が単体で存在する場合に比べて第1および第2固定電極壁の剛性は高められることができる。前述のように第1固定電極壁および可動電極の間や第2固定電極壁および可動電極の間で静電引力が作用しても第1固定電極壁や第2固定電極壁の撓みや変形は極力回避される。期待される通りに可動電極の移動は実現される。

【 0 0 0 8 】

特に、こういった静電アクチュエータでは、第1および第2固定電極壁の壁厚が縮小されても、第1および第2固定電極壁では十分な剛性は確保されることができる。こういった壁厚の縮小に基づき限られた空間内にできる限り多くの第1および第2固定電極壁は作り込まれることができる。こうして可動電極に向き合わせられる固定電極壁が増加すればするほど、可動電極には大きな駆動力は加えられることができる。

【0009】

絶縁性の固体片は、酸化シリコン、窒化シリコン、アルミナ、ガラスおよび樹脂のいずれかから構成されればよい。第1および第2固定電極壁は互いに平行に延びればよく、可動電極は、第1および第2固定電極壁を囲む枠形の可動部材として構成されればよい。

【0010】

第1固定電極壁や第2固定電極壁は基準平面から立ち上がってもよい。すなわち、こういった第1固定電極壁や第2固定電極壁絶縁膜で基準平面に固着されてもよい。こうして第1固定電極壁や第2固定電極壁と基準平面との間に構造的すなわち物理的な連結が確立されれば、第1および第2固定電極壁の剛性は一層高められることができる。

【0011】

以上のような静電アクチュエータを製造するにあたって、静電アクチュエータの製造方法は、ベース基板およびアクチュエータ用基板の間に絶縁膜を挟み込みつつベース基板上にアクチュエータ用基板を張り合わせる工程と、アクチュエータ用基板に空隙を形成し、絶縁膜の表面を露出させる工程と、形成された空隙に絶縁材料を充填する工程と、アクチュエータ用基板から、絶縁材料で隔てられる1対の固定電極を削り出す工程とを備えればよい。ただし、空隙には、絶縁材料の充填にも拘わらず空気層や空気溜まりが残存してもよい。

【0012】

固定電極の削り出しにあたって、この製造方法は、アクチュエータ用基板から可動電極を削り出す工程と、可動電極およびベース基板の間で絶縁膜を除去する工程とをさらに備えてもよい。こうして可動電極および固定電極はアクチュエータ用基板から同時に削り出されることができる。その後、絶縁膜が除去されると、可動電極はベース基板から切り離されることができる。ベース基板に対して可動電極の相対移動は確保される。このとき、固定電極およびベース基板の間では絶縁膜は残存することが望まれる。

【0013】

以上のような静電アクチュエータは、例えばハードディスク駆動装置（HDD

）に組み込まれるヘッドスライダに搭載されてもよく、いわゆる光スイッチング機構に組み込まれてもよい。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照しつつ本発明の一実施形態を説明する。

【 0 0 1 5 】

図 1 は静電アクチュエータ 1 1 の全体構成を概略的に示す。この静電アクチュエータ 1 1 には、ベース基板 1 2 の表面すなわち基準平面に沿って前後方向 D R に往復移動する枠形の導電体すなわち可動部材 1 3 が組み込まれる。この可動部材 1 3 は、所定の間隔を空けて相互に平行に延びる複数の可動電極壁 1 4 を備える。各可動電極壁 1 4 の両端は、前後方向に延びる 1 対の側フレーム 1 5 a、1 5 b に固定される。側フレーム 1 5 a、1 5 b 同士は相互に平行に延びればよい。こうして可動部材 1 3 には、隣接する可動電極壁 1 4 および側フレーム 1 5 a、1 5 b に囲まれる直方体の収容空間 1 6 が区画される。この収容空間 1 6 では、前側の可動電極片 1 4 に規定される第 1 対向面 1 4 a と、後側の可動電極片 1 4 に規定される第 2 対向面 1 4 b とが相互に向き合わせられる。可動電極壁 1 4 および側フレーム 1 5 a、1 5 b の壁厚は例えば一定に設定されればよい。

【 0 0 1 6 】

可動部材 1 3 の前向き面すなわち最前方の可動電極壁 1 4 の外側には第 1 ばね部材 1 7 a の一端が固定される。この第 1 ばね部材 1 7 a の他端は、ベース基板 1 2 の表面に固定される第 1 固定台 1 8 a に連結される。その一方で、可動部材 1 3 の後向き面すなわち最後方の可動電極壁 1 4 の外側には第 2 ばね部材 1 7 b が固定される。この第 2 ばね部材 1 7 b の他端は、ベース基板 1 2 の表面に固定される第 2 固定台 1 8 b に連結される。第 1 および第 2 ばね部材 1 7 a、1 7 b は、ベース基板 1 2 に対して可動部材 1 3 を連結すると同時に、前述の前後方向に沿った可動部材 1 3 の往復移動を許容する。各ばね部材 1 7 a、1 7 b の壁厚は例えば可動電極壁 1 4 や側フレーム 1 5 a、1 5 b のそれよりも小さく設定されればよい。ただし、第 1 および第 2 固定台 1 8 a、1 8 b は、ベース基板 1 2 の表面上で十分な占有面積を確保する。可動部材 1 3、各ばね部材 1 7 a、1 7

b および各固定台 18 a、18 b は、後述されるように、例えば同一の素材から削り出されればよい。

【0017】

可動部材 13 の各收容空間 16 には、ベース基板 12 の表面すなわち基準平面から立ち上がる固定電極対 19 が收容される。各固定電極対 19 は、前後 1 対の固定電極 19 a、19 b と、これら固定電極 19 a、19 b 同士の間挟み込まれる絶縁性の固体片すなわち絶縁壁 21 とを備える。この絶縁壁 21 は第 1 および第 2 固定電極壁 19 a、19 b を相互に連結する。同時に、絶縁壁 21 は、第 1 および第 2 固定電極壁 19 a、19 b の間で電氣的な隔絶を確立する。絶縁壁 21 は、例えば酸化シリコン、窒化シリコン、アルミナ、ガラス、樹脂、その他の絶縁性材料から構成されればよい。

【0018】

各固定電極 19 a、19 b は、可動電極壁 14 に向き合わせられる電極壁 22 と、この電極壁 22 の一端に接続される支柱 23 とを備える。前側すなわち第 1 固定電極 19 a の電極壁 22 は前側の可動電極壁 14 に向き合わせられる。後側すなわち第 2 固定電極 19 b の電極壁 22 は後側の可動電極壁 14 に向き合わせられる。図 2 から明らかなように、第 1 固定電極 19 a の電極壁 22 には、第 1 対向面 14 a に平行な仮想平面 F P に沿って広がる壁面が規定される。この壁面は規定の厚みの空気層で第 1 対向面 14 a から隔てられる。同様に、第 2 固定電極 19 b の電極壁 22 には、第 2 対向面 14 b に平行な仮想平面 R P に沿って広がる壁面が規定される。この壁面は規定の厚みの空気層で第 2 対向面 14 b から隔てられる。

【0019】

第 1 および第 2 固定電極 19 a、19 b の支柱 23 は 2 つの仮想平面 F P、R P の間でベース基板 12 の表面に例えば四角形の占有領域 24 を規定する。この占有領域 24 の各辺 E D の長さは例えば可動電極壁 14 や側フレーム 15 a、15 b の壁厚 W の 3 倍よりも大きく設定される。こうして各固定電極 19 a、19 b の支柱 23 はベース基板 12 の表面上で十分な広さ（例えば $9W^2$ 以上）の占有面積を確保する。このとき、各固定電極 19 a、19 b の電極壁 22 の壁厚 W

は例えば可動電極壁 1 4 や側フレーム 1 5 a、1 5 b の壁厚 W と同等に設定されればよい。

【0 0 2 0】

図 3 に示されるように、各固定台 1 8 a、1 8 b や固定電極対 1 9 とベース基板 1 2 の表面との間には例えば酸化シリコンの絶縁層 2 6 が挟み込まれる。こういった絶縁層 2 6 の働きで固定台 1 8 a、1 8 b や固定電極対 1 9 はベース基板 1 2 の表面上に固定される。これらの絶縁層 2 6 には、固定台 1 8 a、1 8 b や固定電極対 1 9 の輪郭から引き下がった浸食痕 2 7 が形成される。その一方で、可動部材 1 3 やばね部材 1 7 a、1 7 b は空気層でベース基板 1 2 の表面から隔てられる。すなわち、可動部材 1 3 やばね部材 1 7 a、1 7 b は、1 対の固定台 1 8 a、1 8 b の間でベース基板 1 2 の表面から浮き上がったまま保持される。

【0 0 2 1】

図 4 に示されるように、各固定電極 1 9 a、1 9 b の支柱 2 3 とベース基板 1 2 の表面との間では絶縁層 2 6 中に導電体 2 8 が埋め込まれる。この導電体 2 8 は、例えばベース基板 1 2 の表面に張り巡らされる導電配線パターン 2 9 から立ち上がる。導電体 2 8 の頂上面は例えば固定電極 1 9 a、1 9 b の支柱 2 3 に連結される。導電配線パターン 2 9 は、第 1 固定電極 1 9 a と第 2 固定電極 1 9 b とで異なる電流経路を構成する。

【0 0 2 2】

いま、例えば第 1 固定電極 1 9 a に微小な電流が供給されると、各第 1 固定電極 1 9 a の電極壁 2 2 と、対応する可動電極壁 1 4 の第 1 対向面 1 4 a との間には静電引力が生成される。静電引力は、後方すなわち第 2 固定台 1 8 b に向かって可動部材 1 3 を駆動する。可動部材 1 3 の後退は実現される。このとき、第 1 ばね部材 1 7 a は伸張し、第 2 ばね部材 1 7 b は収縮する。

【0 0 2 3】

反対に、第 2 固定電極 1 9 b に微小な電流が供給されると、各第 2 固定電極 1 9 b の電極壁 2 2 と、対応する可動電極壁 1 4 の第 2 対向面 1 4 b との間で静電引力が生成される。静電引力は、前方すなわち第 1 固定台 1 8 a に向かって可動部材 1 3 を駆動する。こうして可動部材 1 3 の前進は実現される。このとき、第

1ばね部材17aは収縮し、第2ばね部材17bは伸張する。

【0024】

ここで、静電アクチュエータ11の製造方法を簡単に説明する。図5に示されるように、シリコン製のアクチュエータ用基板31は用意される。アクチュエータ用基板31の裏面には一面に酸化シリコンの絶縁膜32が形成される。絶縁膜32中には前述の導電体28が埋め込まれる。このとき、導電体28は絶縁膜32の表面で露出する。

【0025】

図6に示されるように、シリコン製のベース基板33は同様に用意される。ベース基板33の表面には酸化シリコンの絶縁膜34が形成される。絶縁膜34中には前述の導電配線パターン29が埋め込まれる。このとき、導電配線パターン29の表面は絶縁膜34の合間で露出する。

【0026】

ベース基板33にはアクチュエータ用基板31が重ね合わせられる。アクチュエータ用基板31の裏面はベース基板33の表面に受け止められる。絶縁膜32、34は基板31、33同士の間挟み込まれる。導電体28の露出面は導電配線パターン29の表面に受け止められる。

【0027】

続いて図7に示されるように、アクチュエータ用基板31の表面にはレジスト膜35が形成される。このレジスト膜35は、例えば図8から明らかなように、絶縁壁21の形状を象った細長い溝36を区画する。続いてアクチュエータ用基板31の表面からエッチング処理が施される。レジスト膜35の合間で露出するアクチュエータ用基板31は削り取られていく。こうしてアクチュエータ用基板31には、絶縁壁21の形状を象った空隙37が形成される。この空隙37は絶縁膜32の表面を露出させる。空隙37の完成後、レジスト膜35は除去されてもよい。

【0028】

空隙37には絶縁材料38が充填される。絶縁材料38に例えば酸化シリコンや窒化シリコンが用いられる場合には、CVD（化学蒸着法）といった手法に基

づき空隙 37 に絶縁材料 38 は充填される。その他、絶縁材料 38 に、SOG (Spin On Glass) やレジスト液、樹脂といった液体材料が用いられる場合には、例えばスピンコーティング法やディップコーティング法に従って空隙 37 に絶縁材料 38 は充填されればよい。充填後、液体材料は固化されればよい。こうして固体の絶縁材料 38 で空隙 37 が満たされた後に、アクチュエータ用基板 31 の表面には例えば平坦化研磨処理が施される。

【0029】

このとき、例えば空隙 37 のアスペクト比 ($=D/B$) が大きいと、液体材料が空隙 37 に入り込みにくい。こういった場合には圧力に基づき強制的に液体材料の注入が実現されてもよい。例えば真空中で空隙 37 に液体材料が滴下された後にアクチュエータ用基板 31 が大気に取り出されると、液体材料は効率的に空隙 37 内に進入していくことができる。ただし、空隙 37 は必ずしも完全に絶縁材料 38 で満たされる必要はない。空隙 37 内には空気層や空気溜まりが残存してもよい。固体の絶縁材料 38 は、少なくとも空隙 37 内で向き合う壁面同士を連結すればよい。

【0030】

続いて図 11 に示されるように、アクチュエータ用基板 31 の表面にはレジスト膜 41 が形成される。このレジスト膜 41 は、例えば図 12 から明らかなように、可動部材 13 やばね部材 17a、17b、固定台 18a、18b、固定電極対 19 の形状を象る。続いてアクチュエータ用基板 31 の表面からエッチング処理が施される。レジスト膜 41 の合間で露出するアクチュエータ用基板 31 は削り取られていく。こうして図 13 に示されるように、アクチュエータ用基板 31 から可動部材 13、ばね部材 17a、17b、固定台 18a、18b および固定電極対 19 は削り出されていく。可動部材 13、ばね部材 17a、17b、固定台 18a、18b および固定電極対 19 の完成後、レジスト膜 41 は除去されてもよい。

【0031】

その後、ベース基板 33 上では絶縁膜 32、34 のエッチングは実施される。アクチュエータ用基板 31 から削り出された可動部材 13、ばね部材 17a、1

7b、固定台18a、18bおよび固定電極対19はマスクに用いられる。その結果、シリコン製の可動部材13、ばね部材17a、17b、固定台18a、18bおよび固定電極対19の周囲では絶縁膜32、34は除去される。こういったエッチングの処理液には例えばBHFが用いられればよい。

【0032】

このとき、図14から明らかなように、可動部材13、ばね部材17a、17b、固定台18a、18bおよび固定電極対19とベース基板33との間では、可動部材13、ばね部材17a、17b、固定台18a、18bおよび固定電極対19といったマスクの存在にも拘わらず絶縁膜32、34の浸食が引き起こされる。この浸食に基づき可動部材13やばね部材17a、17b下では絶縁膜32、34は完全に除去されることができ、こうして可動部材13やばね部材17a、17bはベース基板33から切り離される。

【0033】

エッチングの処理時間は、例えばベース基板33の表面に沿って $W/2$ の大きさで浸食が実現される程度に設定されればよい。こうした処理時間の設定によれば、同様に、固定電極対19や固定台18a、18b下で固定電極対19や固定台18a、18bの周囲から $W/2$ の大きさで浸食が引き起こされる。ただし、図15から明らかなように、こういった浸食にも拘わらず、固定電極対19や固定台18a、18bとベース基板33の間には十分な絶縁膜32、34は残存する。特に、固定電極対19は、可動部材13の幅 W と同等な幅 W で形成されるにも拘わらず、ベース基板33の表面に強固に固定されることができ、

【0034】

その一方で、第1および第2固定電極19a、19bの間に固体の絶縁膜21が介在せず、第1および第2固定電極19a、19bが個々に独立してベース基板33の表面から立ち上がる場合には、例えば図16に示されるように、第1および第2固定電極19a、19bの支柱23下のみに絶縁膜32、34は残存する。第1および第2固定電極19a、19bでは電極壁22は完全にベース基板33の表面から切り離される。例えばこういった第1固定電極19aと可動電極壁14との間に静電引力が生成されると、第1固定電極19aの電極壁22は撓

んでしまう。その結果、第1固定電極19aに電流が供給されても期待通りに可動部材13の移動は実現されることはできない。同様に、第2固定電極19bに電流が供給されても、第2固定電極19bの撓みに基づき期待通りに可動部材13の移動は実現されることはできない。

【0035】

その他、例えば図17に示されるように、第1および第2固定電極19a、19bの電極壁22下で完全に絶縁膜32、34が除去される場合であっても、第1および第2固定電極19a、19bの間で固体の絶縁材料38に基づき結合が確立されれば第1および第2固定電極19a、19bの剛性は高められることができる。したがって、こういった静電アクチュエータ11によれば、第1固定電極19aや第2固定電極19bに電流が供給される際に期待通りに可動部材13の移動は実現されることができる。

【0036】

以上のように本実施形態に係る静電アクチュエータ11では、第1および第2固定電極19a、19bの幅Wが縮小されても第1および第2固定電極19a、19bに十分な剛性は付与されることができる。固定電極19a、19bの幅Wの縮小に基づき限られた空間にできる限り多くの固定電極19a、19bおよび可動電極壁14は作り込まれることができる。こうして固定電極19a、19bおよび可動電極壁14の組み合わせが増加すればするほど、可動部材13には大きな駆動力は加えられることができる。

【0037】

こうして可動部材13に比較的に大きな駆動力が伝達されると、第1および第2ばね部材17a、17bには比較的に高い剛性が付与されることが可能となる。こういった剛性の向上は、静電アクチュエータ11に供給される駆動信号に対するばね部材17a、17bの共振点を上昇させることができる。したがって、静電アクチュエータ11は比較的に高い周波数領域の駆動信号に簡単に対応することができる。しかも、こうして第1および第2ばね部材17a、17bの剛性が高められれば、静電アクチュエータ11の製造時に第1ばね部材17aや第2ばね部材17bの破損は極力回避されることができる。静電アクチュエータ11

の歩留まりは向上する。

【 0 0 3 8 】

以上のような静電アクチュエータ 1 1 は、例えば図 1 8 に示されるように、ハードディスク駆動装置（HDD）に組み込まれるヘッドスライダ 5 1 に組み込まれてもよい。このヘッドスライダ 5 1 は、静電アクチュエータ 1 1 を受け止めるシリコン製のスライダ本体 5 2 を備える。スライダ本体 5 2 には、HDD に組み込まれた際に磁気ディスクに向き合わせられる媒体対向面 5 3 が規定される。磁気ディスクの回転に基づき生成される気流 5 4 はスライダ本体 5 2 の空気流入端から空気流出端に向かってスライダ本体 5 2 の前後方向に流れる。こうして媒体対向面 5 3 で受け止められる気流 5 4 の働きでヘッドスライダ 5 1 は回転中の磁気ディスクから浮上することができる。

【 0 0 3 9 】

静電アクチュエータ 1 1 はスライダ本体 5 2 の空気流出側端面に搭載される。静電アクチュエータ 1 1 上にはヘッドベース板 5 6 が配置される。ヘッドベース板 5 6 は静電アクチュエータ 1 1 の可動部材 1 3 に固着されればよい。ヘッドベース板 5 6 には読み出し書き込みヘッド 5 7 が搭載される。読み出し書き込みヘッド 5 7 には、例えば、巨大磁気抵抗効果（GMR）素子やトンネル接合磁気抵抗効果（TMR）素子といった読み取り素子や、薄膜コイルパターンを利用した薄膜磁気ヘッドといった書き込み素子が採用されればよい。読み取り素子や書き込み素子は、媒体対向面 5 3 で露出する前端で読み出しギャップや書き込みギャップを規定する。

【 0 0 4 0 】

こういったヘッドスライダ 5 1 では、前述と同様に、固定電極対 1 9 に供給される電流に基づき可動部材 1 3 すなわちヘッドベース板 5 6 の往復移動は実現される。こうした往復移動によれば、読み出し書き込みヘッド 5 7 は磁気ディスクの半径方向に微小に変位することができる。こうした微小変位によれば、読み出し書き込みヘッド 5 7 は高い精度で磁気ディスク上の記録トラックを追従し続けることができる。

【 0 0 4 1 】

その他、前述のような静電アクチュエータ 11 は、例えば図 19 に示されるように、光スイッチング機構 61 に組み込まれてもよい。この光スイッチング機構 61 は、基準平面すなわちベース基板 62 の表面に刻まれて、第 1 直線 63 に沿って延びる 1 対の第 1 ノッチ 64 a、64 b と、同様にベース基板 62 の表面に刻まれて、第 1 直線 63 に直交する第 2 直線 65 に沿って延びる 1 対の第 2 ノッチ 66 a、66 b とを備える。第 1 ノッチ 64 a、64 b 同士の間および第 2 ノッチ 66 a、66 b 同士の間には、第 1 および第 2 直線 63、65 に 45° で交差する第 3 直線 67 上で往復移動するミラー 68 が取り付けられる。第 3 直線 67 は例えば第 1 および第 2 直線 63、65 の交点を通過する。ミラー 68 の往復移動は静電アクチュエータ 11 の駆動力に基づき実現される。ミラー 68 は、例えば静電アクチュエータ 11 の可動部材 13 に一体に形成される腕部材 69 に固定されればよい。

【0042】

光スイッチング機構 61 の使用時には、図 20 に示されるように、各ノッチ 64 a、64 b、66 a、66 b に 1 本ずつの光ファイバ 71 がセットされる。可動部材 13 の最後退位置すなわちミラー 68 の第 1 位置が確立されると、第 1 ノッチ 64 a、64 b にセットされて相互に先端で向き合う光ファイバ 71 同士の間で信号はやり取りされることができる。同時に、ミラー 68 の第 1 位置では、第 2 ノッチ 66 a、66 b にセットされて相互に先端で向き合う光ファイバ 71 同士の間で信号はやり取りされることができる。

【0043】

その一方で、図 21 に示されるように、可動部材 13 の最前位置すなわちミラー 68 の第 2 位置が確立されると、第 1 ノッチ 64 a および第 2 ノッチ 66 a にセットされる光ファイバ 71 はミラー 68 の働きで互いに向き合わせられる。こうして第 1 ノッチ 64 a および第 2 ノッチ 66 a にセットされる光ファイバ 71 同士の間で信号のやり取りは実現される。同様に、このミラー 68 の第 2 位置では、第 1 ノッチ 64 b および第 2 ノッチ 66 b にセットされる光ファイバ 71 はミラー 68 の働きで互いに向き合わせられる。こうして第 1 ノッチ 64 b および第 2 ノッチ 66 b にセットされる光ファイバ 71 同士の間で信号のやり取りは実

現されてもよい。以上のようにミラー 6 8 の往復移動に基づき光信号の経路は変更されることができる。

【 0 0 4 4 】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、限られた空間内にできる限り多くの電極対すなわち固定電極と可動電極との組み合わせは配置されることができる。静電アクチュエータは、限られた空間内でできる限り大きな駆動力を生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る静電アクチュエータの全体構成を概略的に示す斜視図である。

【図 2】 固定電極対を示す静電アクチュエータの拡大部分平面図である。

【図 3】 図 1 の 3 - 3 線に沿った断面図である。

【図 4】 ベース基板と固定電極との間で確立される電気接続の様子を概略的に示す図 2 の部分拡大断面図である。

【図 5】 アクチュエータ用基板の概念を示す一部断面斜視図である。

【図 6】 ベース基板の概念を示す一部断面斜視図である。

【図 7】 表面に形成されるレジスト膜の様子を模式的に示すアクチュエータ用基板の部分拡大断面図である。

【図 8】 レジスト膜に形成される溝の形状を示すアクチュエータ用基板の部分拡大平面図である。

【図 9】 エッチング処理で形成される空隙の様子を模式的に示すアクチュエータ用基板の部分拡大断面図である。

【図 1 0】 空隙に充填される絶縁材料の様子を模式的に示すアクチュエータ用基板の部分拡大断面図である。

【図 1 1】 絶縁材料の充填後に表面に形成されるレジスト膜の様子を模式的に示すアクチュエータ用基板の部分拡大断面図である。

【図 1 2】 レジスト膜の形状を示すアクチュエータ用基板の部分拡大平面図である。

【図 1 3】 アクチュエータ用基板から削り出された可動部材および固定電極対の様子を模式的に示すアクチュエータ用基板の部分拡大断面図である。

【図 1 4】 絶縁層の除去の様子を模式的に示す固定電極対の拡大垂直断面図である。

【図 1 5】 固定電極対下で残存する絶縁層の様子を概略的に示す固定電極対の拡大平面図である。

【図 1 6】 個々に独立して形成される固定電極対下で残存する絶縁層の様子を概略的に示す固定電極対の拡大平面図である。

【図 1 7】 第 1 および第 2 固定電極の間で部分的に接続が確立される固定電極対の様子を概略的に示す固定電極対の拡大平面図である。

【図 1 8】 静電アクチュエータが組み込まれたヘッドスライダの部分分解斜視図である。

【図 1 9】 静電アクチュエータが組み込まれた光スイッチング機構の構成を概略的に示す斜視図である。

【図 2 0】 第 1 位置でミラーを保持する光スイッチング機構を概略的に示す部分拡大平面図である。

【図 2 1】 第 2 位置でミラーを保持する光スイッチング機構を概略的に示す部分拡大平面図である。

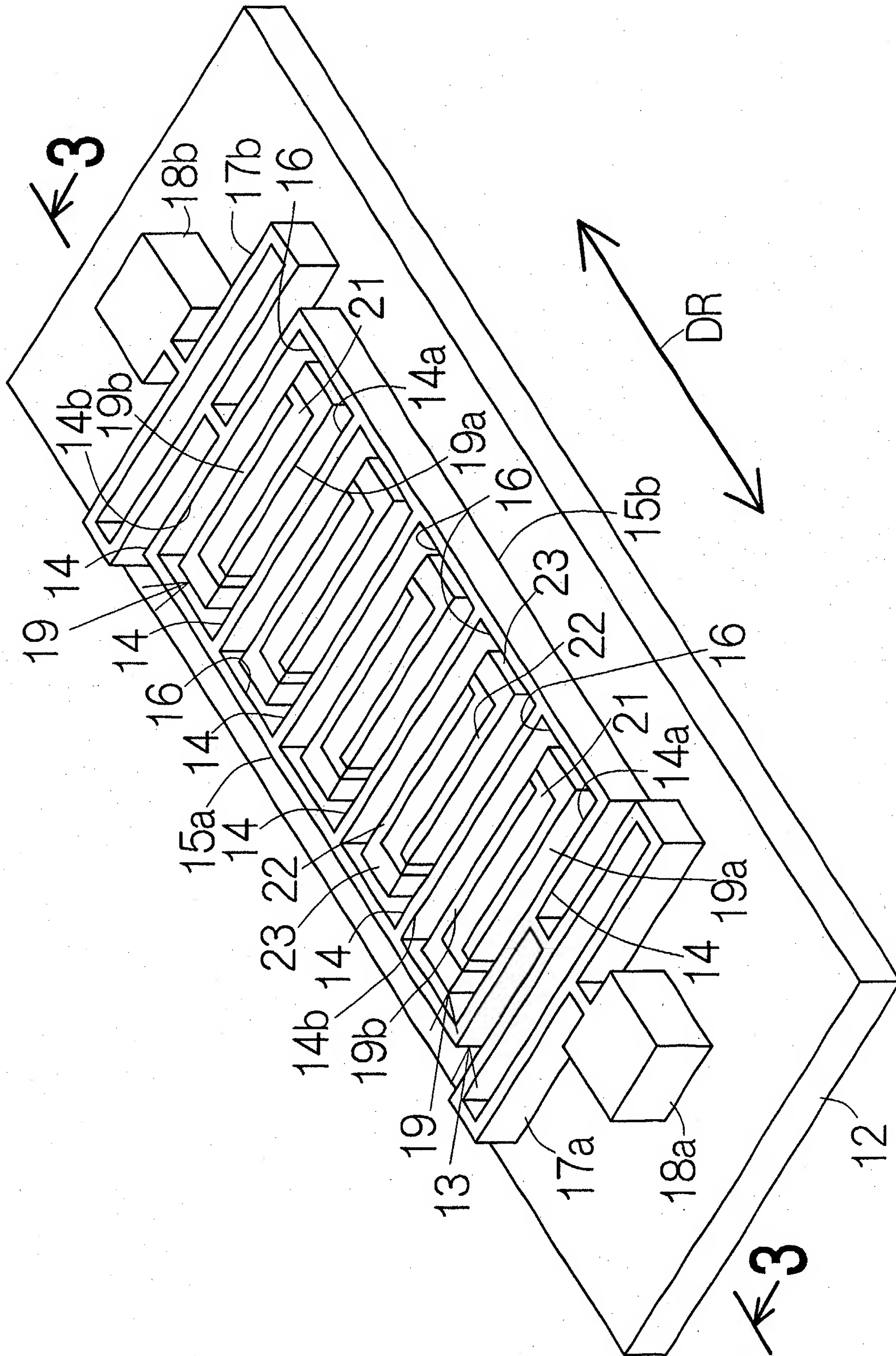
【符号の説明】

1 1 静電アクチュエータ、1 2 基準平面を規定するベース基板、1 3 可動電極としての可動部材、1 4 a 第 1 対向面、1 4 b 第 2 対向面、1 9 a 第 1 固定電極、1 9 b 第 2 固定電極、2 1 絶縁性の固体片、2 2 第 1 および第 2 固定電極壁としての電極壁、2 6 絶縁層、3 1 アクチュエータ用基板、3 2 絶縁膜、3 3 ベース基板、3 4 絶縁膜、3 7 空隙、3 8 絶縁性の固体片としての絶縁材料。

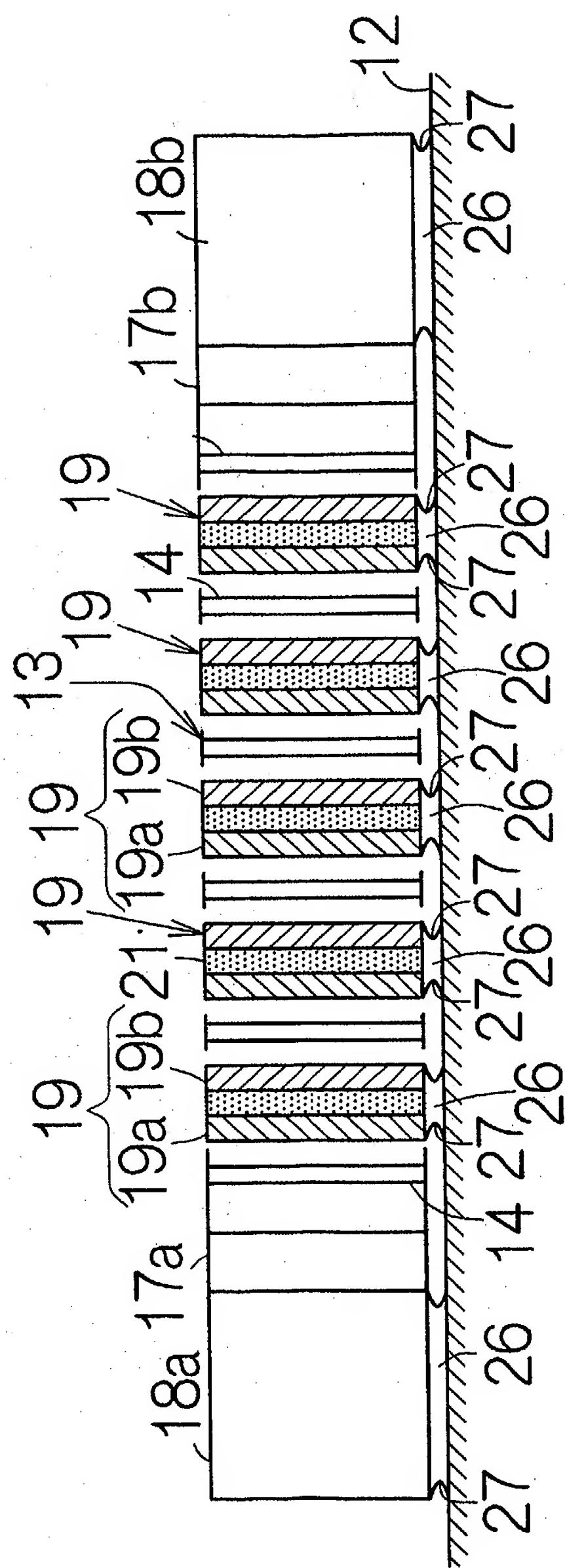
【書類名】

図面

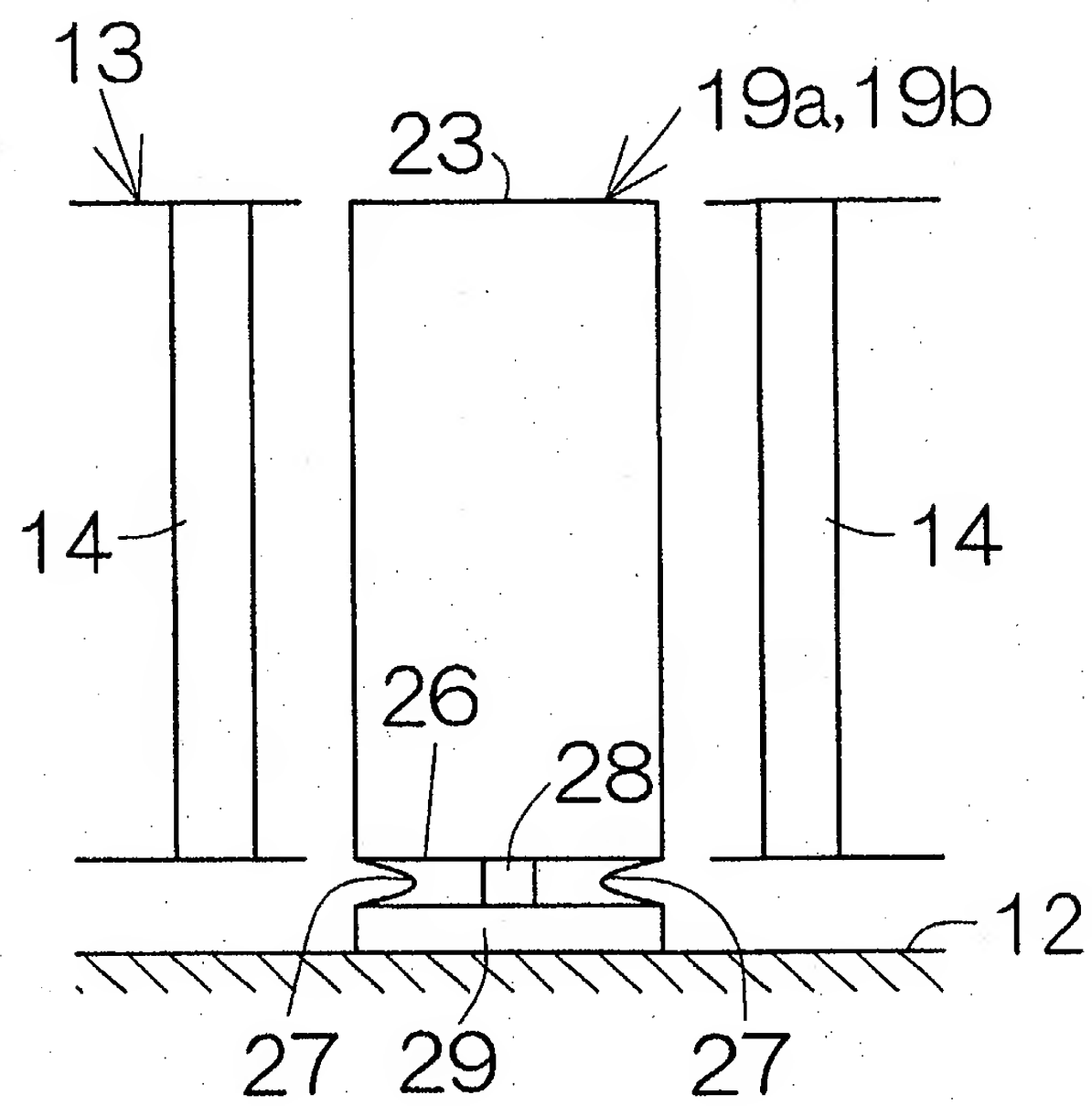
【図 1】



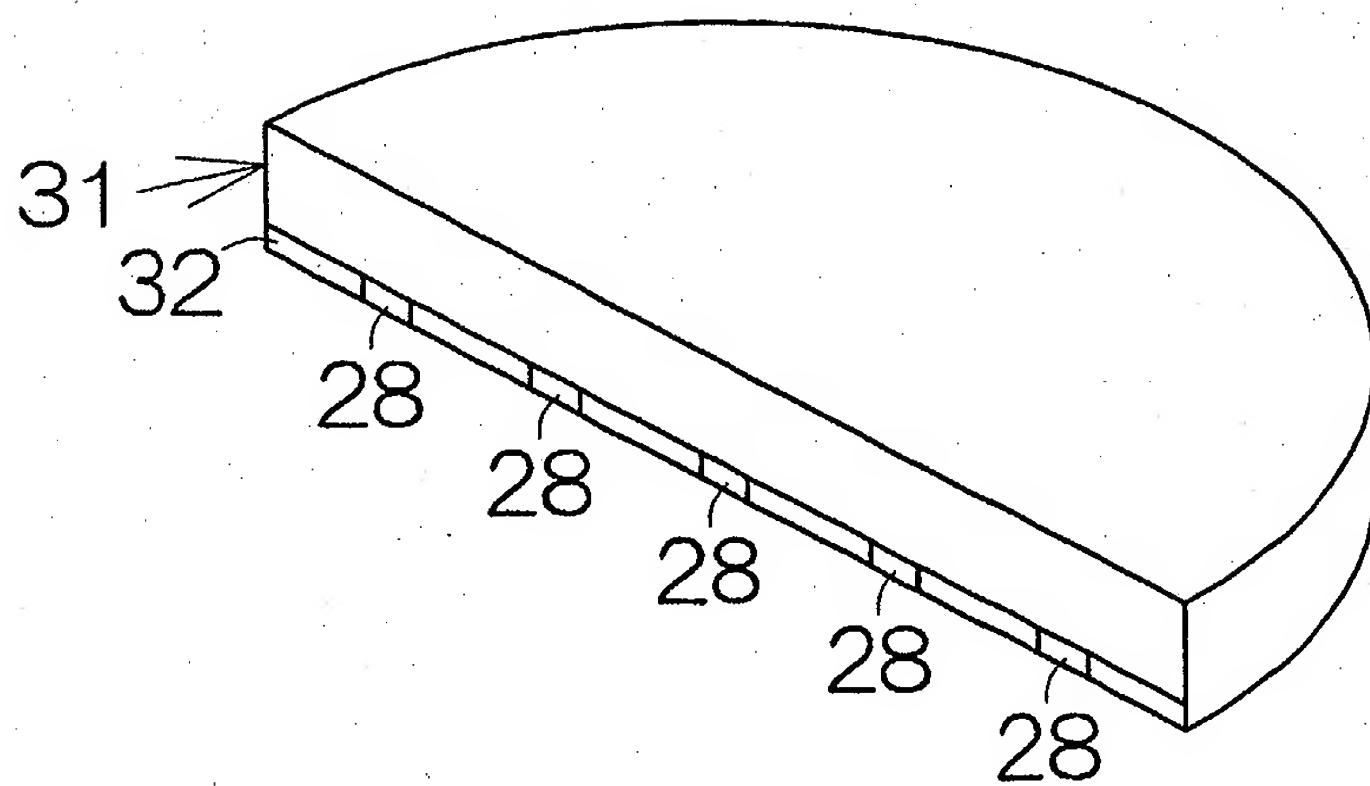
【図 3】



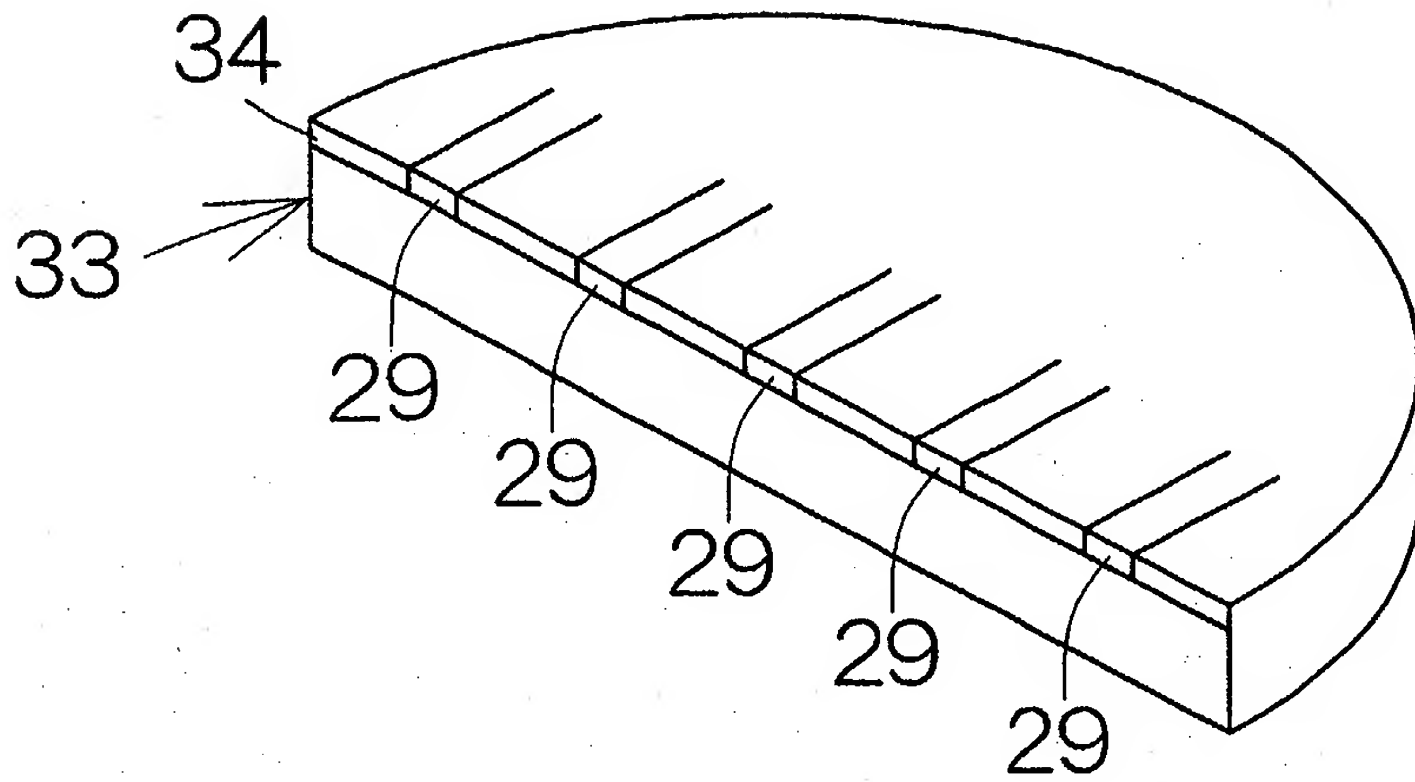
【図 4】



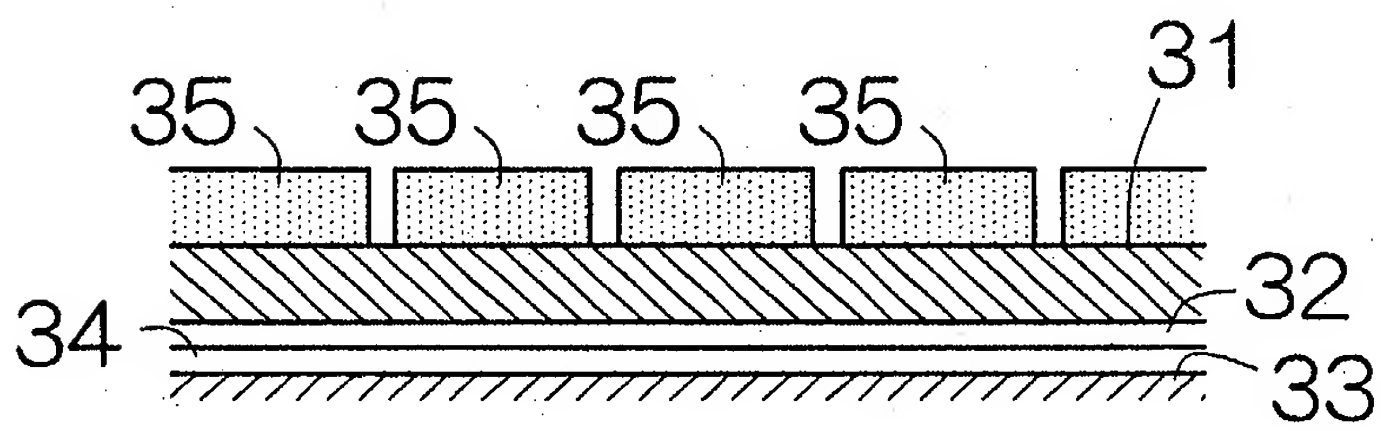
【図 5】



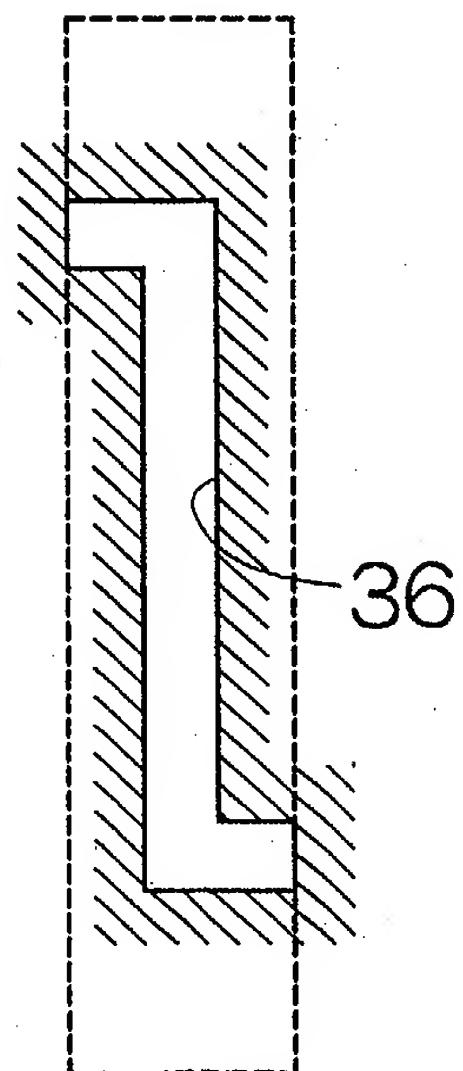
【図 6】



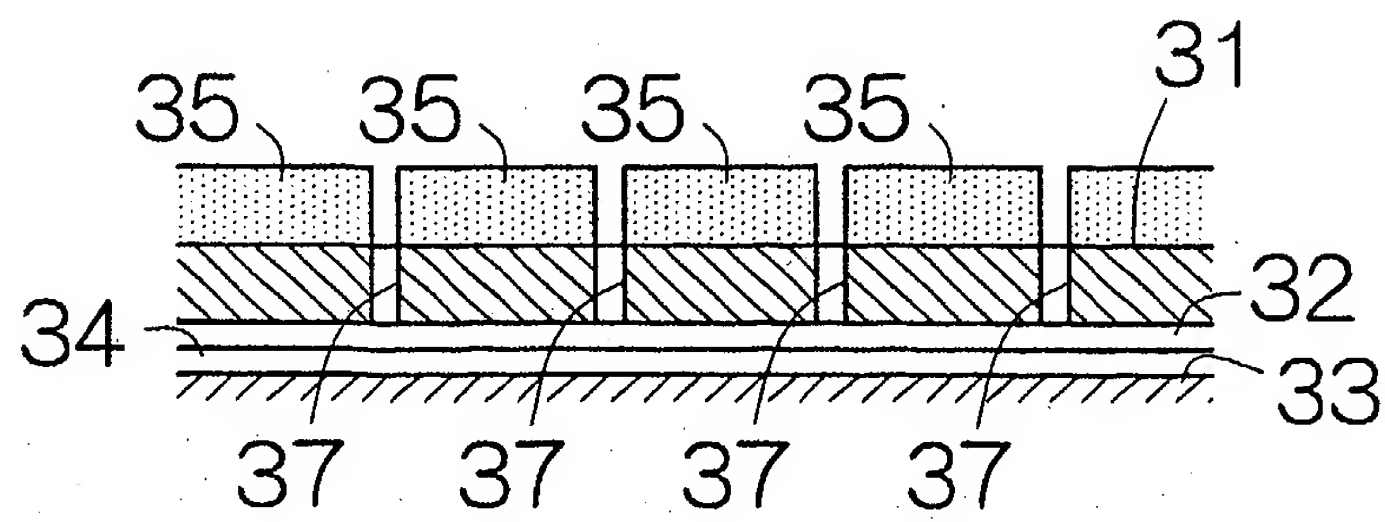
【図 7】



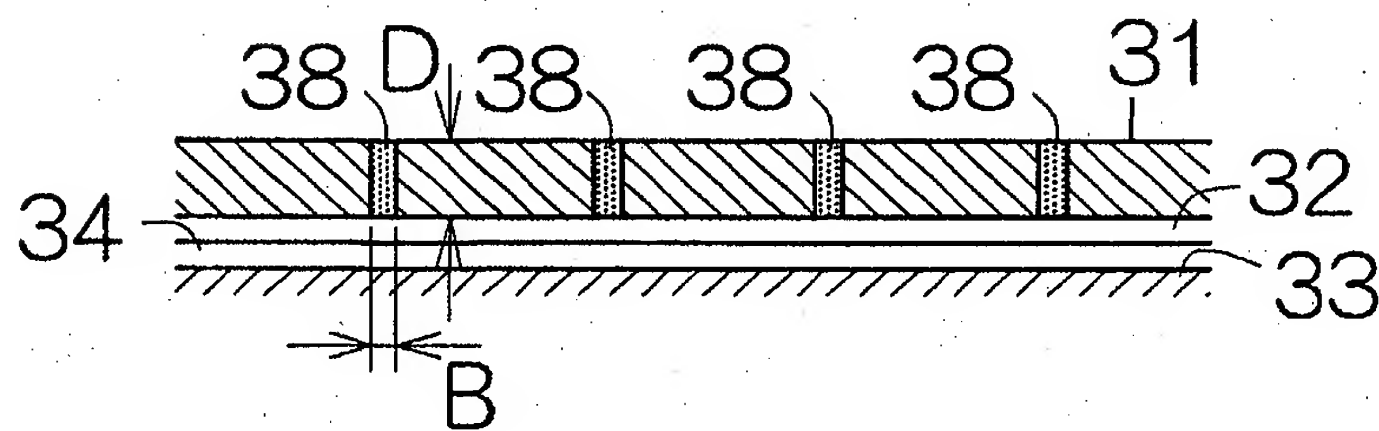
【図 8】



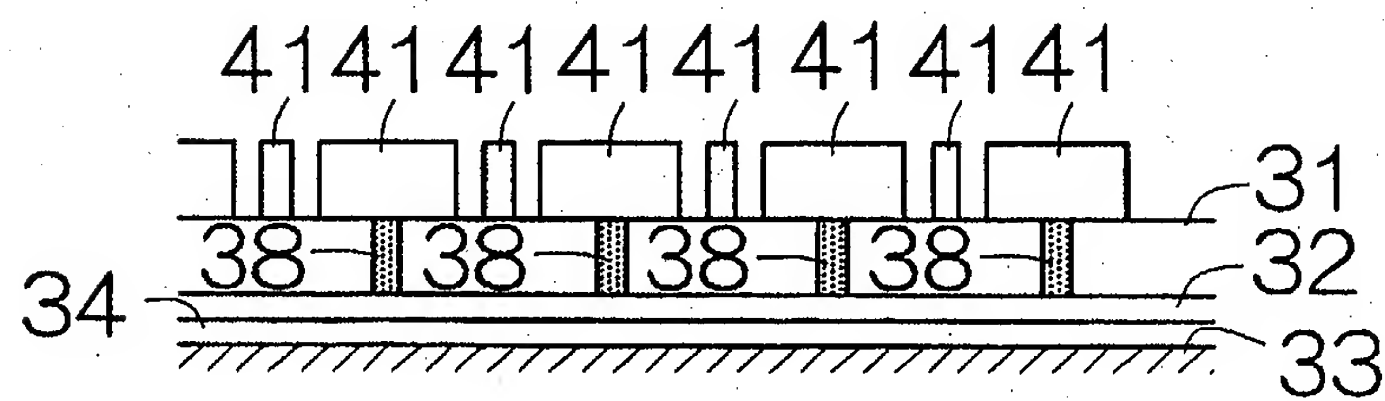
【図 9】



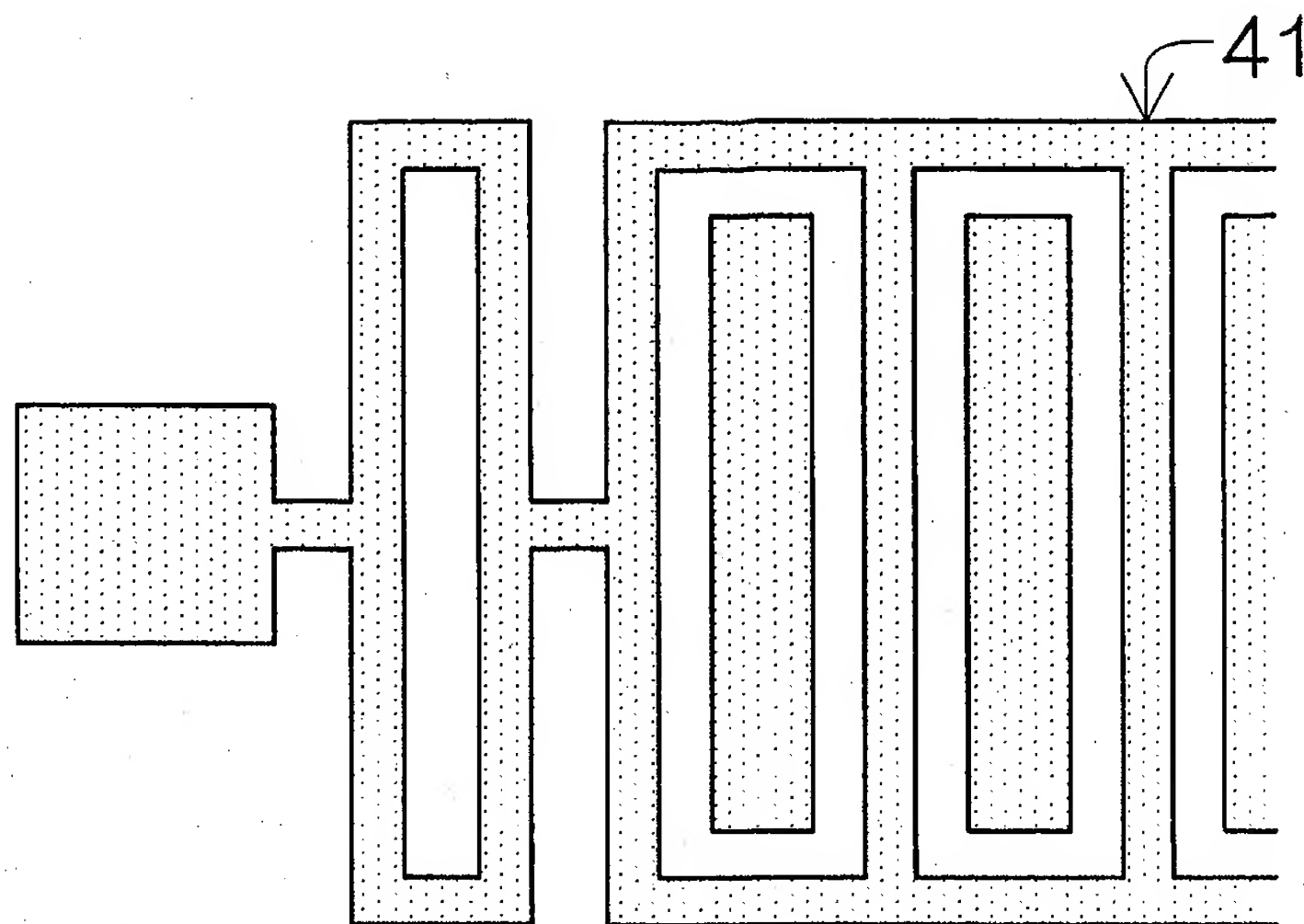
【図 1 0】



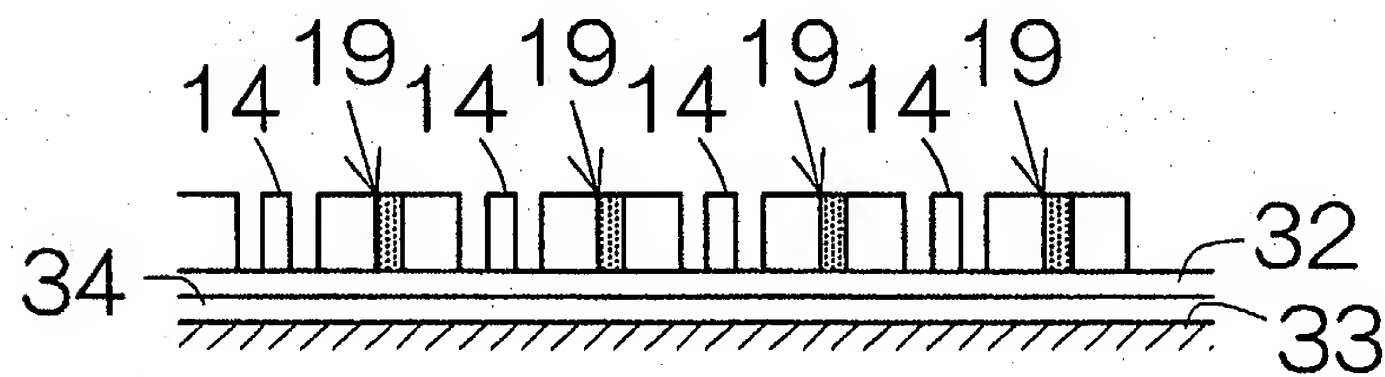
【図 1 1】



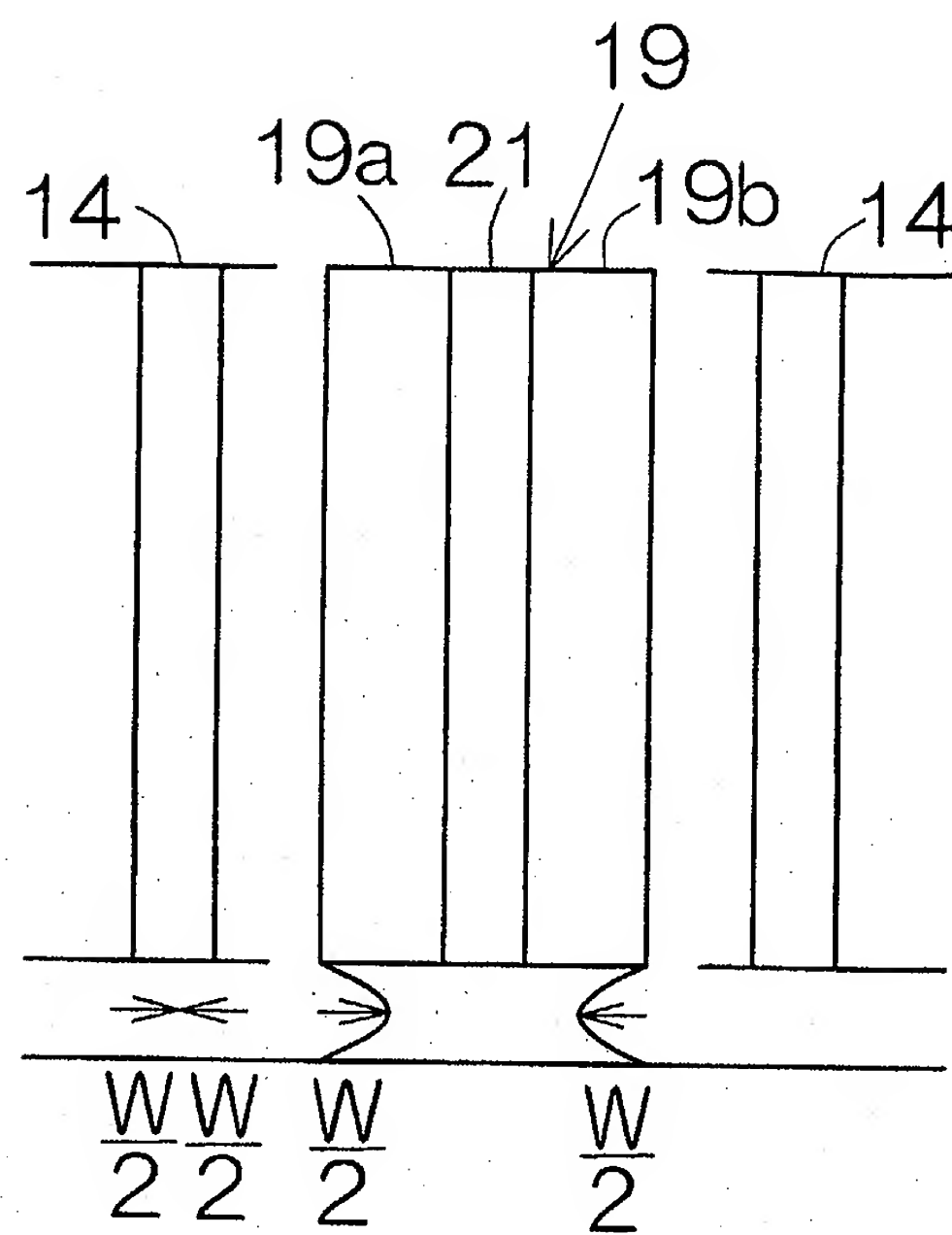
【図12】



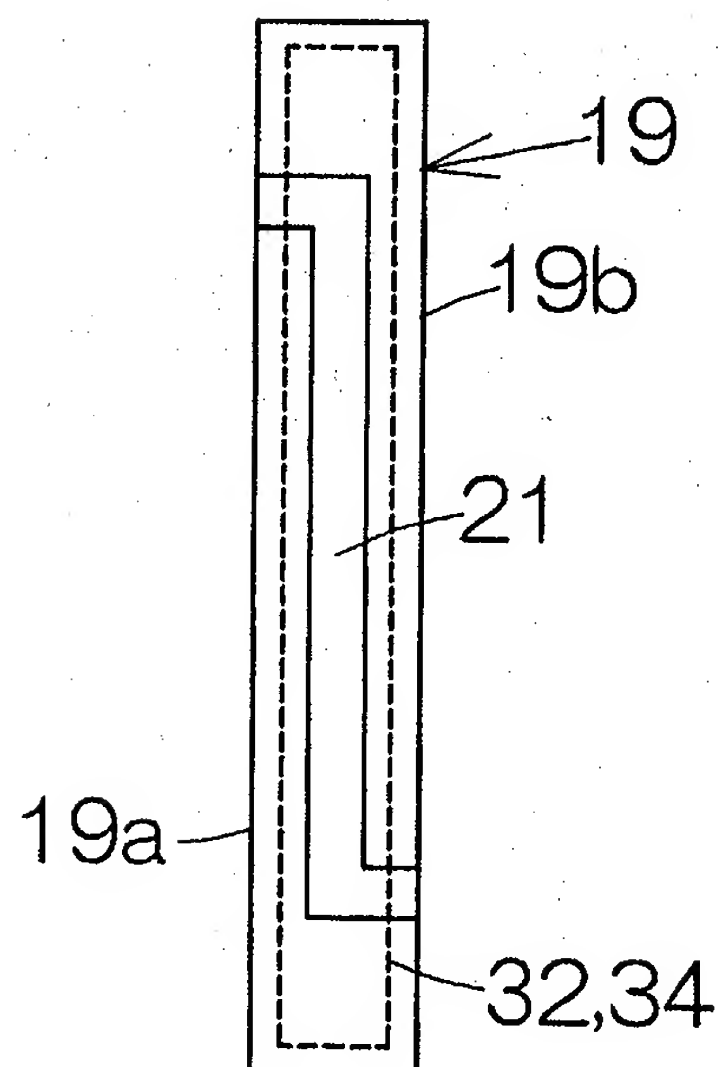
【図13】



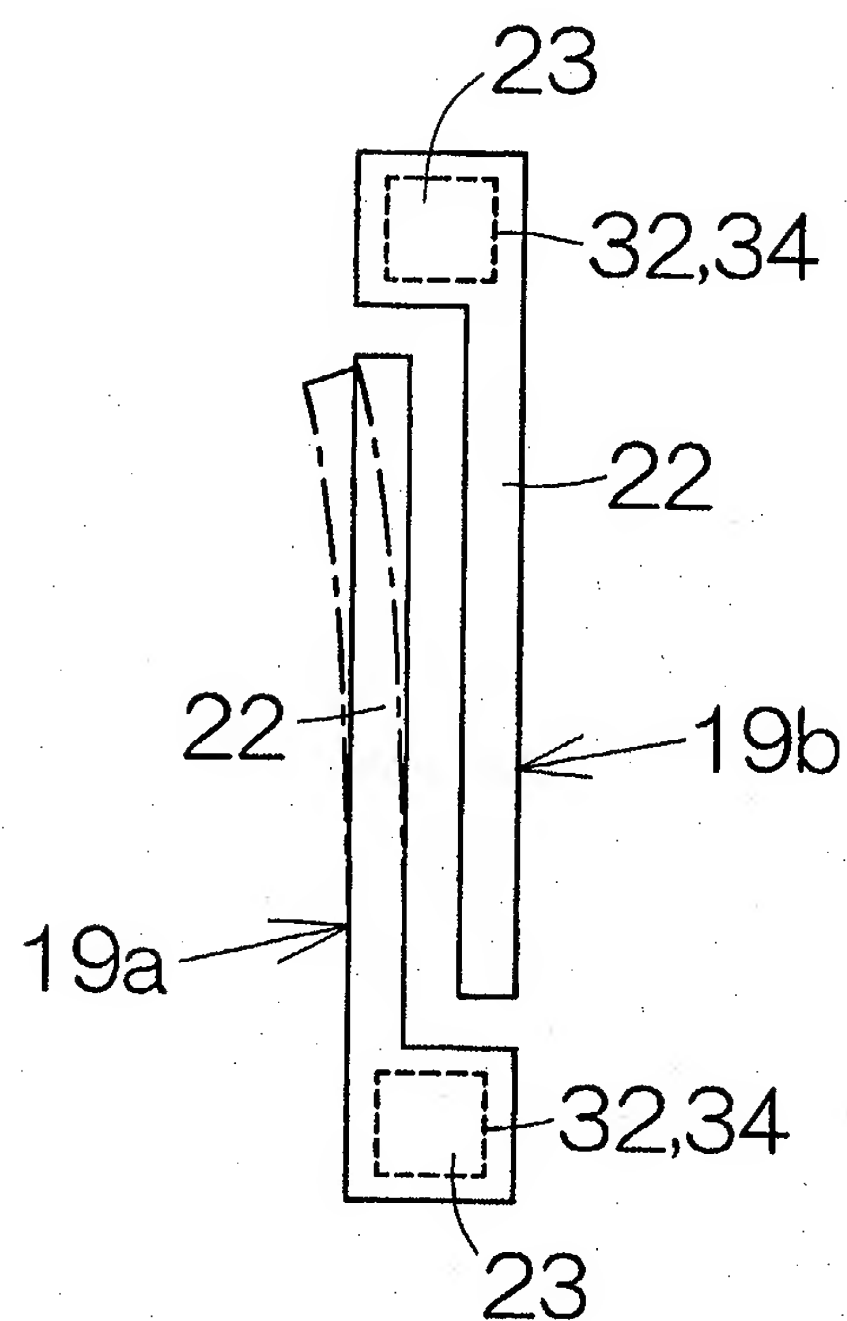
【図 14】



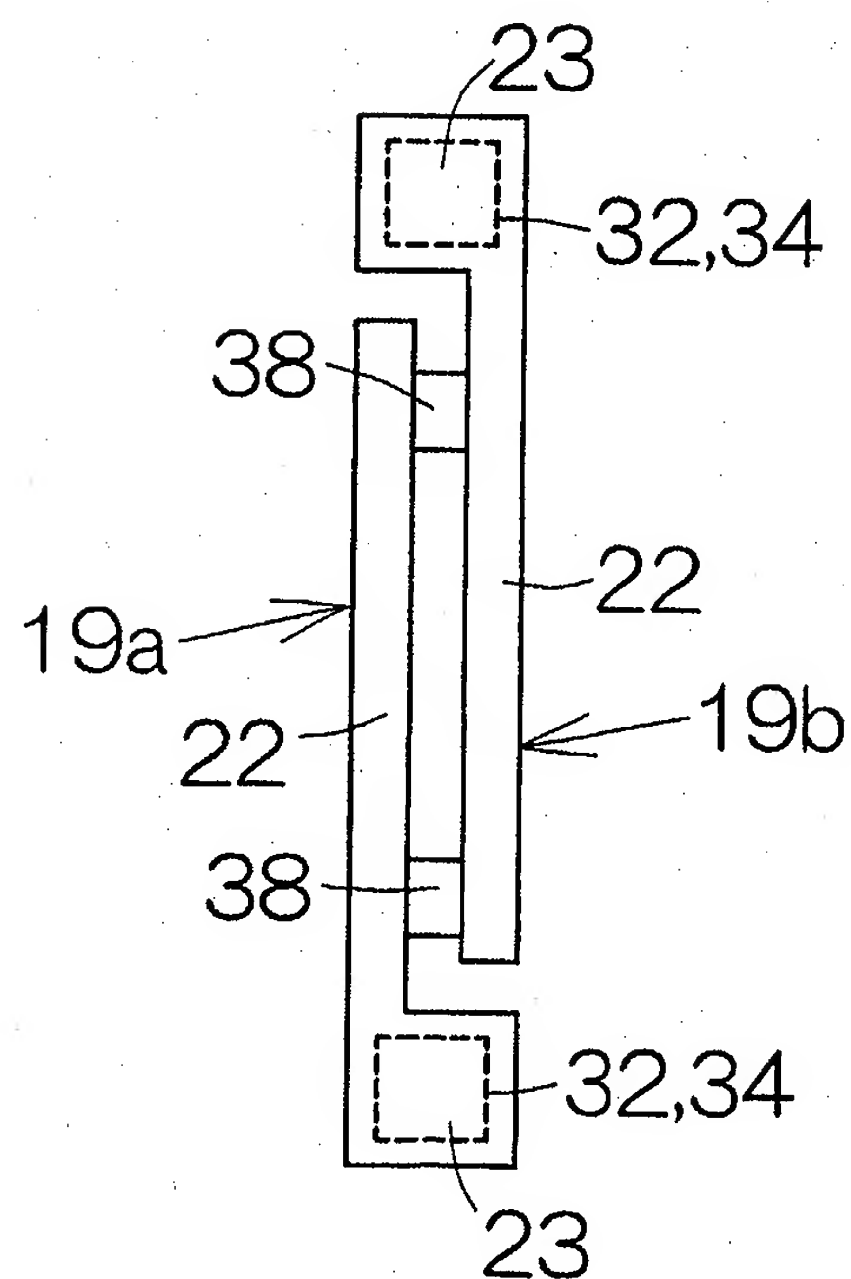
【図 15】



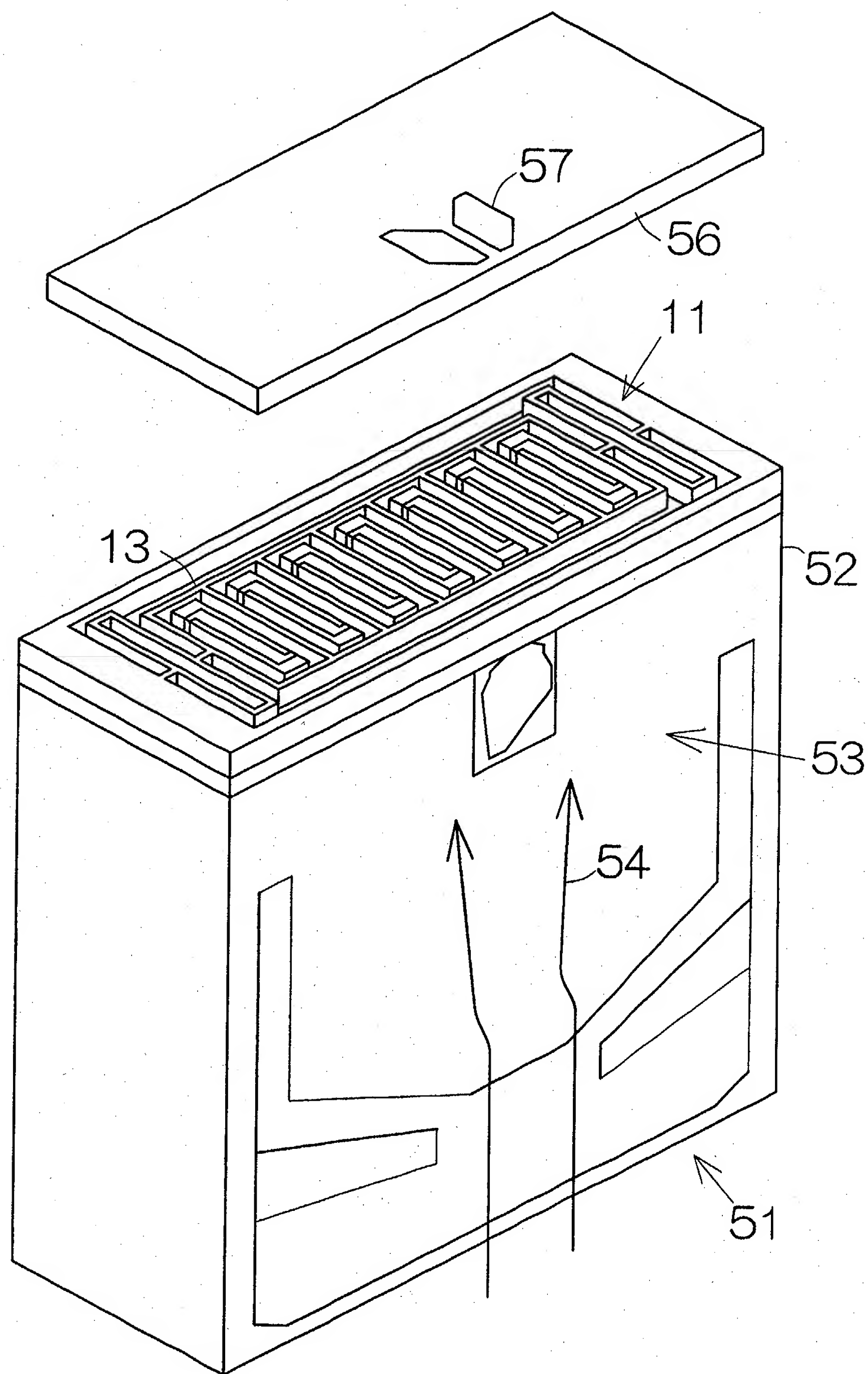
【図 16】



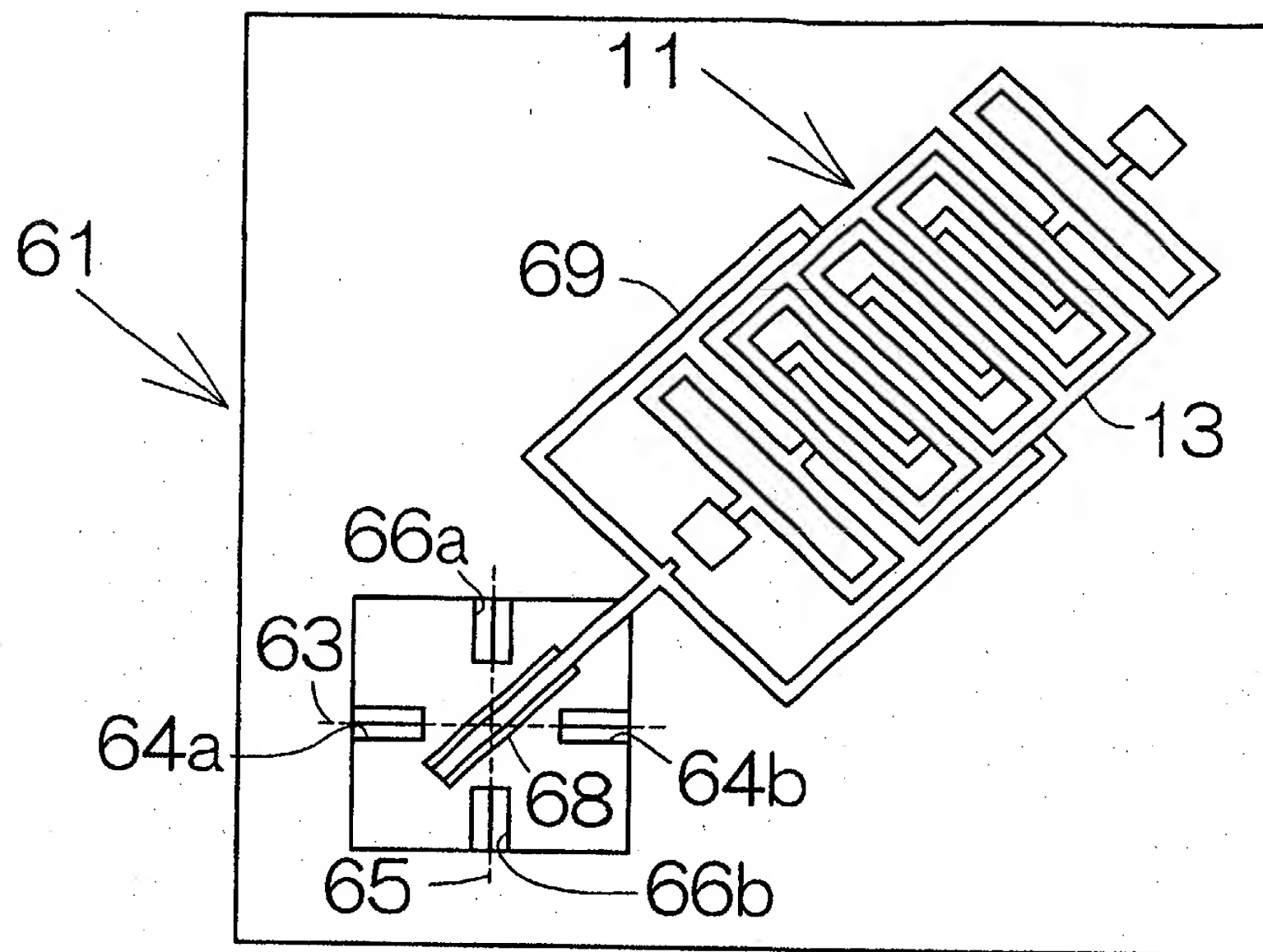
【図 17】



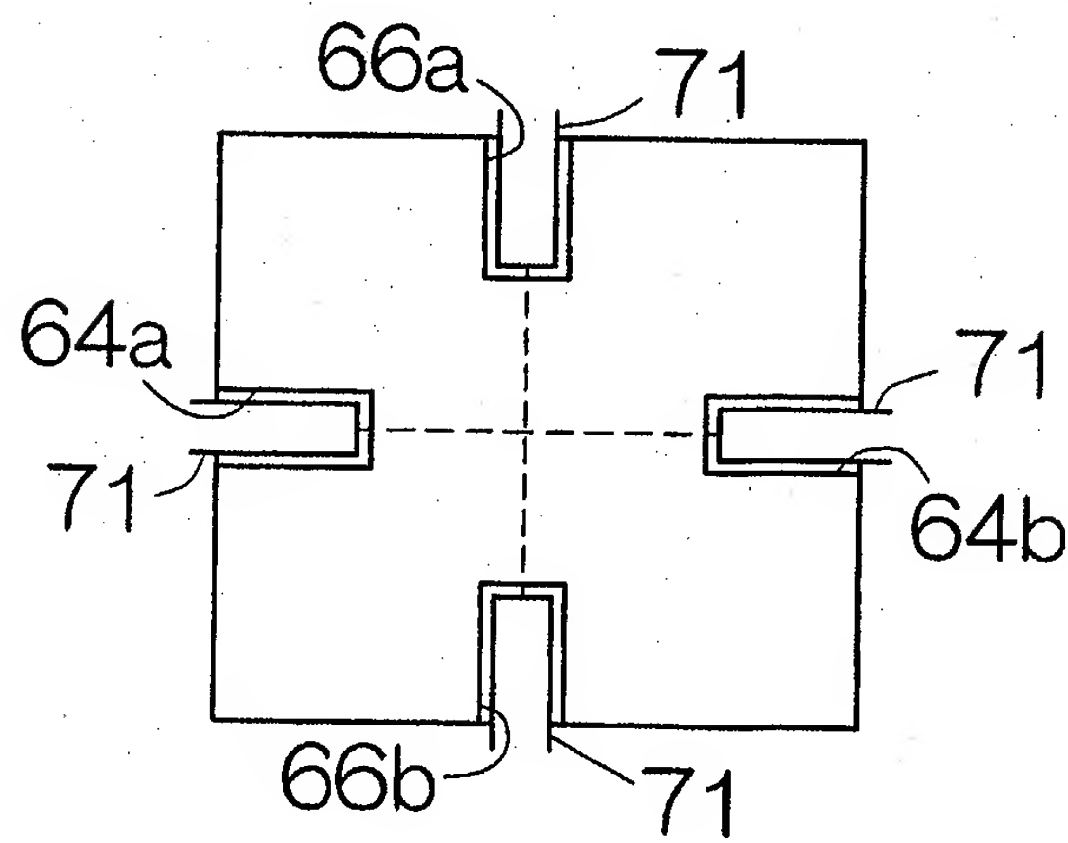
【図 18】



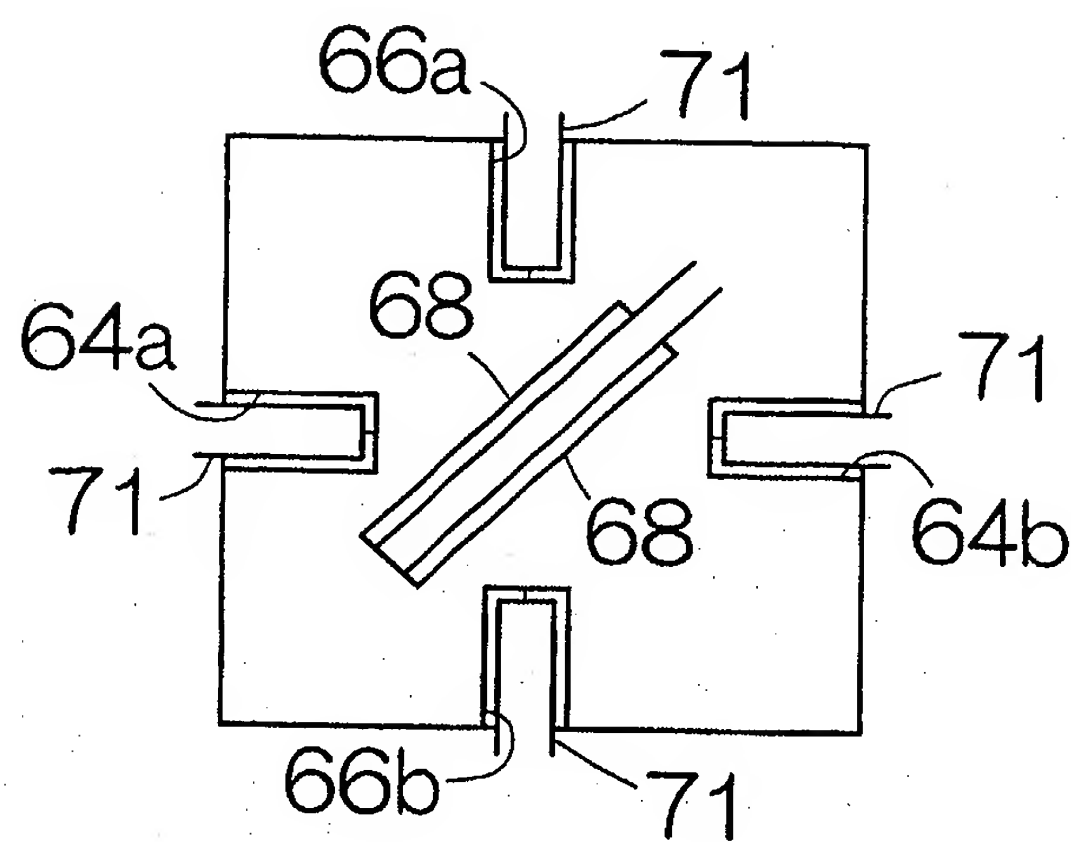
【図 19】



【図 20】



【図 21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 限られた空間内でできる限り大きな駆動力を生成することができる静電アクチュエータを提供する。

【解決手段】 可動電極13は、第1および第2固定電極19a、19bに供給される電流に基づき所定方向DRに往復移動する。第1および第2固定電極19a、19bの間には絶縁性の固体片21が挟み込まれる。固体片21は固定電極19a、19bの剛性を高める。固定電極19a、19bの壁厚が縮小されても、固定電極壁19a、19bでは十分な剛性は確保される。こういった壁厚の縮小に基づき限られた空間内でできる限り多くの固定電極19a、19bは作り込まれることができる。こうして可動電極13に向き合わせられる固定電極19a、19bが増加すればするほど、可動電極13には大きな駆動力は加えられることができる。

【選択図】 図1

特2001-200668

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日
[変更理由] 住所変更
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社